

課題番号 : F-19-UT-0026  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> 薄膜におけるスピン波伝搬と外場制御に関する研究  
 Program Title (English) : Spin-wave propagation and modulation in Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> thin films.  
 利用者名(日本語) : S. Md. Shamim, 下田優太, 中村駿平, 山原弘靖, 田畑仁  
 Username (English) : S. Md. Shamim, Y. Shimoda, S. Nakamura, H. Yamahara, H. Tabata  
 所属名(日本語) : 東京大学大学院 工学系研究科  
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, The University of Tokyo  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、スピン波、スピントロニクス、マテリアルサイエンス

## 1. 概要(Summary)

電荷の移動を伴わないスピン波は超低消費電力の情報伝送と位相情報を利用した論理演算を可能とするため、新たな演算素子としてその応用が期待されている。イットリウム鉄ガーネット(Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>; YIG)は優れたスピンダンピング定数を示すため、これをスピン波伝搬媒体として用いたスピン波干渉型論理演算素子が報告されている。一対のコプレーナ線路(CPW)によってスピン波の励起と検出が可能になる一方、近年、外場によるスピン波変調が注目され、精力的な研究がなされている。本研究では、外場制御のための電極材料探索を目的として、CPW 間に多種金属で電極端子を作製し、スピン波伝搬を評価した。本報告書では Pt と Au の比較結果について報告する(Md.S.Sarker et al., AIP Advances, 10, 015015 (2020))。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置、レーザー直接描画装置

### 【実験方法】

YIG 単結晶薄膜は PLD 法でガーネット基板(Gd<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>O<sub>12</sub>; GGG)上に作製した。マイクロサイズの CPW (電極幅 10 μm、電極間距離 10 μm)を高速大面積電子線描画装置及びレーザー直接描画装置によるリソグラフィとスパッタ法による Au 薄膜堆積(厚み 90 nm)によって作製した。同様に CPW 間に矩形の電極を Pt および Au で作製した(Fig. 1)。スピン波の検出にあたっては、ベクトルネットワークアナライザ(VNA)を接続し、外部磁場印加条件下で  $S$  パラメータを計測した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 にスピン波伝搬を表す  $S_{21}$  パラメータの測定結果を示す。電極材料が Pt の場合、 $k_5$  の高次モードまで計測できる一方、Au では  $k_2$  までしか見られず、高次モードの

減衰がみられる。Au を電極として用いた際はスピン波の反射と 2 マグノン散乱によってスピン波伝搬が抑制されると考えられ、Pt が外場電極材料として優れていることがわかった。

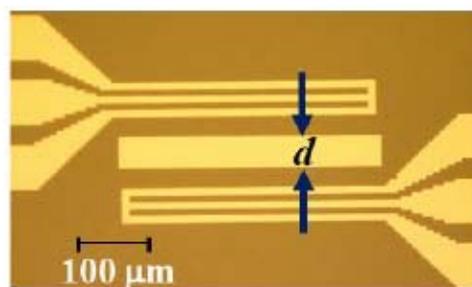


Fig. 1. Optical image of spin wave device with Pt or Au stripe in the propagation path.

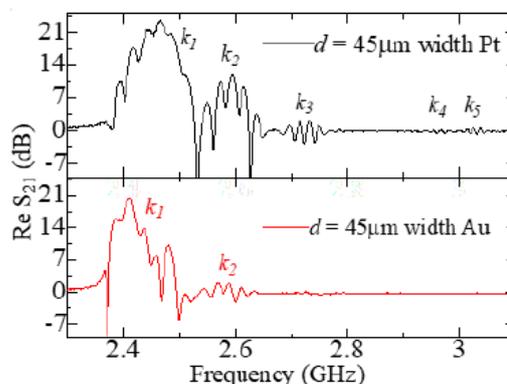


Fig. 2.  $\text{Re}(S_{21})$  spectra for the device with Pt or Au stripe under bias magnetic field  $\mu_0 H = 32$  mT.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Md. S. Sarker, H. Yamahara, H. Tabata, AIP Advances, 10, 015015, (2020).
- (2) H. Yamahara, M. Seki, H. Tabata, J. Magn. Mater. Accepted.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。